

# JURNAL MEDIA TEKNIK



**VOLUME 2 NO. 3**

Februari - Mei 2005

TERDAFTAR SEBAGAI JURNAL ILMIAH  
SK LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA  
NO/ 0005.112/JL.3.02/SK. ISSN/2004

PENERBIT  
PUSAT PENELITIAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PGRI PALEMBANG





## **JURNAL MEDIA TEKNIK**

Jurnal Media Teknik merupakan jurnal ilmiah yang telah terdaftar  
SK. LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA No. 0005.112/Jl 3.02/SK. ISSN/2004  
dan ISSN : 1693-8682 diterbitkan tiga kali setahun.

Jurnal ini disebarluaskan pada seluruh Fakultas Teknik Negeri dan Swasta ( semua jurusan ).

Jurnal ini terutama menerima tulisan asli laporan penelitian, sedangkan studi kepustakaan  
dan bedah buku merupakan pelengkap.

Setiap tulisan yang dimuat dalam jurnal media teknik ini akan dinilai terlebih dahulu  
oleh pakar dibidang yang sesuai disiplin ilmunya.

### **Pellindung**

H. Usman Madjid

### **Penanggung Jawab**

H. Rizal Arjuna

### **Pimpinan Redaksi**

K. Oejang Oemar

### **Dewan Redaksi**

H. Hayati Achyat

Yulman Rosananda

### **Redaksi Pakar**

H. Akhmad Fauzi

Okbri

Achmad Syarifudin

K.M. Aminuddin

M. Saleh Al Amin

Nefo Alamsyah

Husaini

Syamsul Bahri

Rahmanto

### **Redaksi Pelaksana**

Abdul Azis

Aan Safentry

Agus Wahyudi

Reffanda Kurniawan

### **Sekretaris Redaksi**

Zainal Abidin

Sri Mulyati

Dian Hidayatullah

Jusmani

Andi Arif

Ronald Irawan

Tri Yuliza Adhitarni

Agus Setiobudi

### **Alamat Redaksi :**

Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang  
Jalan Jend. A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang Sumatera Selatan  
Telp. 0711-510043 Fax. 0711-514782

**DAFTAR ISI**

**Artikel Penelitian**

- |  |    |
|--|----|
| SISTEM PAKAR UNTUK PERENCANAAN AWAL FASILITAS DAN<br>SISTEM OPERASIONAL SISI UDARA BANDARA<br><i>K. M. Aminuddin</i>   | 1  |
| DAM PENGATUR DANAU RANAU UNTUK IRIGASI DAN PENGATURAN<br>DEBIT SUNGAI KOMERING<br><i>Miftahudin</i>  | 16 |
| PEMANFAATAN LIMBAH ABU TERBANG BATUBARA (FLY ASH) SEBAGAI<br>BAHAN PENYERAP PENGOTOR MINYAK SAWIT KASAR (CRUDE PALM OIL)<br>SECARA KONVENSIONAL<br><i>Sarbaini Sya'arani</i> | 24 |
| MENGHITUNG LUAS DAN VOLUME DENGAN AUTO CAD UNTUK DASAR<br>PERHITUNGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)<br><i>Tolu Tamalika</i>   | 32 |
| PENGUNAAN PENGENDALI PI PADA SISTEM EKSITASI GENERATOR<br><i>Bhakti Yudho Suprpto</i>  | 37 |
| <b>Studi Kepustakaan</b>   |    |
| POTENSI TANAH DI SUMATERA SELATAN UNTUK KONSTRUKSI TEKNIK SIPIL<br><i>K. Oejang Oeniar</i>   | 47 |
| VARIABILITAS PADA FAKTOR GEOMETRIS DI DALAM DESAIN SARINGAN<br><i>Sri Mulyati</i>  | 51 |
| STRUKTUR BETON PRATEGANG DENGAN KONSEP BEBAN BERIMBANG<br>(BALANCED LOAD CONCEPT)<br><i>Herri Purwanto</i>   | 56 |
| OPERASI MATEMATIKA DENGAN MENGGUNAKAN RANGKAIAN OP-AMP<br><i>Fauzi</i>   | 60 |





## OPERASI MATEMATIKA DENGAN MENGGUNAKAN RANGKAIAN OP-AMP

Fauzi

Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang

### ABSTRACT

*Op-Amp is abbreviation of amplifier operational. This sets of instrument are the combination of some electronics components such as transistor, resistor, and other which orderly in one package of integrated circuit, likes the amplifier circuit. Because the contain of amplifier circuit, so this circuit is often used to a circuit system and the function as amplifier. Related to this function, so this amplifier can be combined with the others component like a circuit that more specific useful, that are: mathematic operation, filter, signal wave generator, and ADL and DAC. In this scholarly paper, will be discuss the function of the mathematic operation from a circuit by using a sets of instrument Op-Amp. The operations are: ADD, Subtract, Integration, Differentiation, Logarithm, anti logarithm, multiplier, divisor, square foot, and exponential.*

### ABSTRAK

*Op-Amp adalah singkatan dari Operasional Amplifier. Perangkat ini merupakan gabungan dari beberapa komponen elektronika seperti transistor, resistor dan lain-lain yang dikemas dalam satu paket rangkaian terpadu berupa rangkaian penguat. Karena tsinya rangkaian penguat, maka perangkat ini sering digunakan pada suatu sistem rangkaian dan berfungsi sebagai penguat. Berhubungan dengan fungsinya ini, maka perangkat ini dapat dikombinasikan dengan komponen-komponen lainnya berupa suatu rangkaian yang lebih spesifik lagi kegunaannya, antara lain: operasi matematika, filter, pembangkit gelombang sinyal serta ADC dan DAC. Dalam karya ilmiah ini, akan disajikan fungsi operasi matematika dari suatu rangkaian dengan menggunakan perangkat Op-Amp. Operasi-operasi tersebut, antara lain: penjumlahan, pengurangan, integrasi, differensiasi, logaritma, anti logaritma, pengali, pembagi, pencari akar, dan eksponensial.*

### LATAR BELAKANG

Kemajuan teknologi Elektronika setiap saat semakin pesat. Komponen-komponen dasar maupun komponen-komponen dari semikonduktor sekarang telah dikemas dalam satu paket, yang berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Kemasan ini disebut dengan rangkaian terpadu (*integrated circuit*).

Salah satu dari rangkaian terpadu tersebut adalah Op-Amp (*Operational Amplifier*), yang berfungsi sebagai penguat aktif. Dengan menggunakan perangkat ini dapat dibuat bermacam-macam rangkaian.

Pada penulisan akan dijelaskan kombinasi Op-Amp dengan komponen-komponen maupun rangkaian-rangkaian

lainnya yang berfungsi sesuai dengan operasi matematika.

### TUJUAN DAN MANFAAT

Dengan membuat penulisan ini, penulis mengharapkan :

- Menambah pengetahuan bagi pembaca
- Mengembangkan jenis-jenis rangkaian yang menggunakan komponen Op-Amp.
- Memberikan masukan, berupa teknologi rangkaian sehingga dapat mengembangkan jenis-jenis rangkaian lainnya.

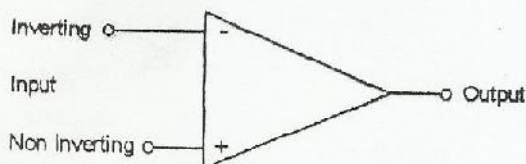
### METODE PEMBAHASAN

Operasi matematika dengan menggunakan rangkaian Op-Amp pada makalah ini, dibuat berdasarkan studi literatur. Dengan memahami sifat-sifat dasar



dari komponen Op-Amp, maka dikembangkan rangkaian-rangkaian yang menggunakan komponen ini sehingga berfungsi sebagai penjumlah, pengurang, pengali, pembagi, integral, diferensial, logaritma, anti logaritma, pencari akar dan eksponensial.

### KARAKTERISTIK OP-AMP



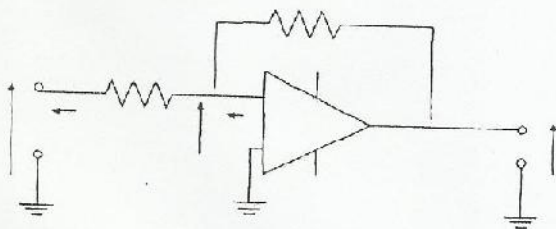
Gambar 1 Simbol dari Suatu Op-Amp

Op-Amp mempunyai simbol seperti gambar 1, yang mempunyai 2 buah terminal input dan satu terminal output. Suatu sinyal yang dihubungkan pada terminal inverting (-) akan menghasilkan keluaran yang berbeda fasa  $180^\circ$  dari sinyal masukan tersebut. Jika dihubungkan dengan terminal non-inverting (+), maka sinyal keluarannya dan masukan akan sefasa.

### PENGUAT UMPAN-BALIK

Op-Amp umumnya digunakan pada rangkaian-rangkaian penguat umpan balik dapat diklasifikasikan sebagai: inverting, non-inverting, dan voltage-follower.

#### Penguat Inverting



Gambar 2. Penguat Inverting

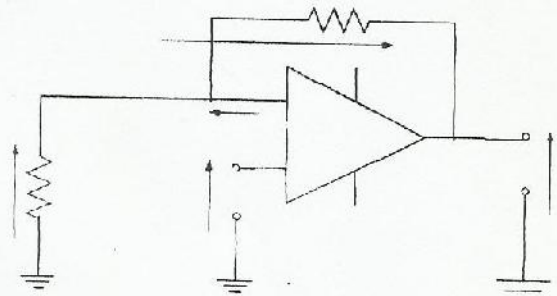
Untuk menghitung penguatan dari rangkaian ini, Op-Amp diasumsikan bekerja ideal. Oleh karena itu  $I_i$  dianggap nol. Sehingga:

$$I_i = I_1$$

$$-\frac{V_o}{R_f} = \frac{V_i}{R_1}$$

$$A = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_f}{R_1} \quad \dots\dots\dots(1)$$

#### Penguat Non - Inverting



Gambar 3. Penguat Non - Inverting

Untuk menentukan penguatan, diasumsikan arus yang melalui  $R_1$  dan  $R_f$  adalah sama ( $I_i \approx 0$ )

Maka,

$$\frac{V_o - V_i}{R_f} = \frac{V_i}{R_1}$$

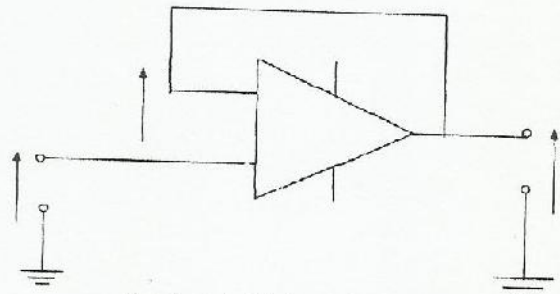
Asumsi :  $V_1 = V_i$

Sehingga :

$$A = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_f + R_1}{R_1}$$

$$A = 1 + \frac{R_f}{R_1} \quad \dots\dots\dots(2)$$

#### Voltage - Follower



Gambar 4. Voltage Follower

## Operasi Matematika dengan Menggunakan Rangkaian OP-Amp

Dari gambar 4 didapat :

$$\begin{aligned} V_o &= V_1 + V_A \\ \text{Karena, } V_A &= 0 \\ \text{maka, } V_o &= V_1 \\ A &= 1 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(3)$$

### PEMBAHASAN

Op-Amp dapat menampilkan bermacam-macam operasi matematik. Op-Amp dapat dihubungkan untuk penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian, dan mengambil akar. Op-Amp juga dapat digunakan untuk suatu integrasi dan diferensiasi.

#### Amplifier Penjumlahan

Rangkaian amplifier pada gambar 5 mengekspresikan suatu tegangan output yang merupakan jumlah dari tiga buah tegangan input. Hal ini merupakan dasar penguat pembalik (Inverting Amplifier) dengan banyak input masing-masing terhubung dengan resistor dan dijumlahkan (Summing) pada titik (Node) A.

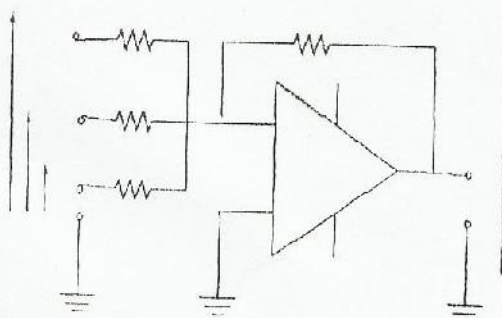
Tegangan output tersebut adalah :

$$V_o = -\frac{R_f}{R_1} \cdot V_1 - \frac{R_f}{R_2} \cdot V_2 - \frac{R_f}{R_n} \dots\dots\dots(4)$$

Jika  $R_1 = R_2 = \dots\dots\dots = R_n$

Maka :

$$V_o = -(V_1 + V_2 + \dots\dots V_n) \cdot \frac{R_f}{R} \dots\dots\dots(5)$$



Gambar 5. Amplifier Penjumlahan

#### Amplifier Pengurangan

Rangkaian ini menghasilkan tegangan output yang membedakan sinyal-sinyal input inverting dan non inverting dengan menggunakan super posisi, pengaruh individu masing-masing input terhadap output dapat dihitung. Tegangan output  $V_o$  terhadap  $V_1$  dengan  $V_2$  dianggap nol adalah

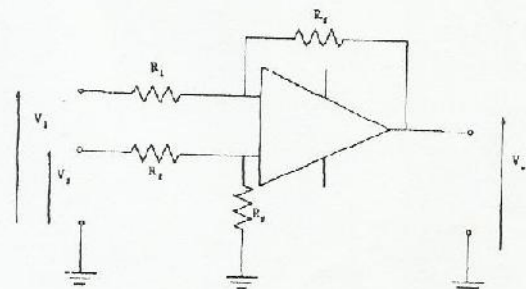
$$V_{o1} = -\frac{R_f}{R_1} \cdot V_1 \quad \dots\dots\dots(6)$$

Analog untuk  $V_{o2}$  :  $V_1 = 0$ , maka :

$$V_{o1} = \frac{R_f}{R_1} \cdot V_2 \quad \dots\dots\dots(7)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan 5 dan 6, maka didapatkan tegangan output,

$$\begin{aligned} V_o &= V_{o1} + V_{o2} \\ V_o &= (V_2 - V_1) \cdot \frac{R_f}{R_1} \end{aligned}$$



Gambar 6. Amplifier Pengurangan

#### Amplifier Integral

Rangkaian ini merupakan suatu inverting amplifier dengan suatu kapasitor yang menggantikan resistor Feed - Back,  $R_f$ . Ekspresi matematik rangkaian ini adalah :

$$V_o = \frac{-1}{RC} \int_0^t V_i \cdot dt \quad \dots\dots\dots(8)$$

Atau juga dapat disederhanakan :

$$\Delta V_o = \frac{-V_i}{RC} \cdot \Delta t \quad \dots\dots\dots(9)$$



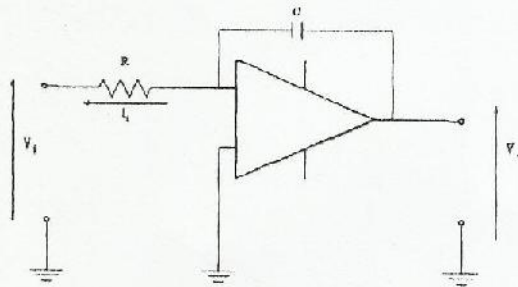
Karena arus input ( $I_i$ ) adalah :

$$I_i = \frac{V_i}{R}, \text{ maka}$$

$$\Delta V_o = \frac{-I_i \cdot \Delta t}{C} \quad (10)$$

Dari persamaan 9 didapat,

$$\frac{\Delta V_o}{\Delta t} = \frac{-V_i}{RC} = \text{Slope} \quad (11)$$



Gambar 7. Amplifier Integral

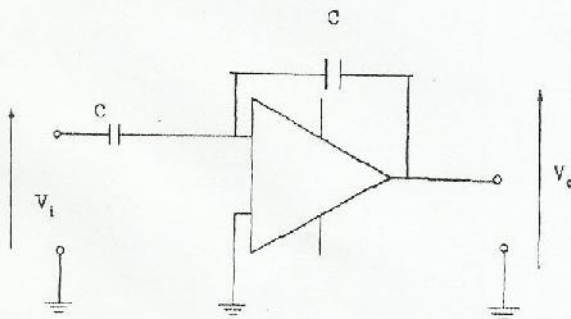
### Amplifier Diferensial

Diferensiator adalah komponen dari integrator. Rangkaian ini menghasilkan suatu output yang merupakan hasil perubahan dari input. Rangkaian diferensiator dapat dilihat pada gambar 8. Pada rangkaian ini input Op-Amp dikopel pada suatu kapasitor, sedangkan bagian Feed-Back melalui resistor. Persamaan untuk diferensiator tersebut adalah

$$V_o = -RC \frac{dV_i}{dt} \quad (12)$$

Atau

$$V_o = -RC \frac{\Delta V_i}{\Delta t} \quad (13)$$



Gambar 8. Amplifier Diferensial

### Amplifier Logaritma

Logaritma adalah operasi matematik yang dapat membantu persoalan perkalian, pembagian, eksponen maupun akar - akar. Unsur penting dari amplifier logaritma seperti gambar 9 adalah dioda D yang dipasang pada rangkaian Feed - Back. Dioda mempunyai karakteristik eksponensial sebagai berikut:

$$I_D = I_s \quad (14)$$

Dimana :

$I_D$  = Arus dioda (A)

$I_s$  = Arus reverse dioda dalam keadaan jenuh (A)

$e$  = 2,718 ..... (eksponensial)

$q$  = Muatan dari electron ( $1,6 \cdot 10^{-19} \text{c}$ )

$V_D$  = Tegangan pada dioda (V)

$k$  = Konstanta Boltzman

$$\left( 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \right)$$

$T$  = Temperatur (K)

Pada temperature ruang :

$$I_D = I_s \cdot e^{39 V_D} \quad (15)$$

Jika dihubungkan dengan gambar 9 maka arus pada terminal inverting,

$$I_i = I_D$$

$$\frac{V_i}{R} = I_s \cdot e^{39 V_D}$$

$$\ln \frac{V_i}{R} = \ln I_s \cdot e^{39 V_D}$$

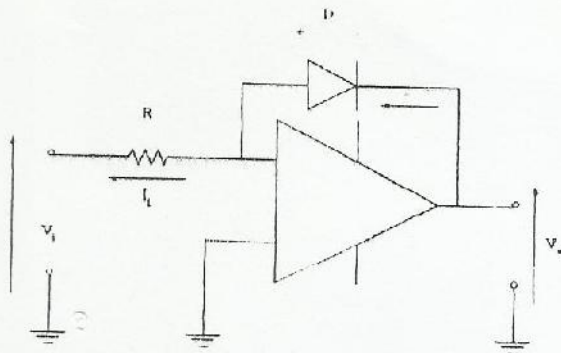
$$\ln \frac{V_i}{R} = 39 V_D + \ln I_s \quad (16)$$

Karena ground pada terminal input, maka tegangan output ( $V_o$ ) negative terhadap tegangan dioda.

$$V_o = -V_D$$

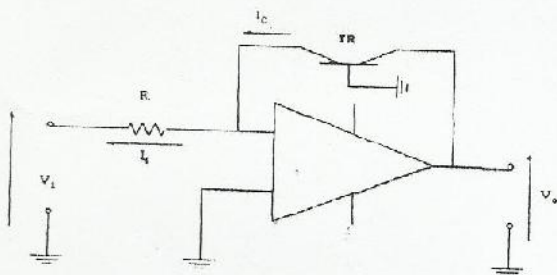
Sehingga persamaan 16 menjadi :

$$V_o = (-26 \text{ mV}) \left( \ln \frac{V_i}{R} - \ln I_s \right) \quad (17)$$



Gambar 9. Amplifier Logaritma dengan dioda pada rangkaian Feed - Back

Persamaan 17 menunjukkan bahwa tegangan output secara professional merupakan logaritma dari tegangan input. Pengaruh dari  $\ln I_s$  dapat direduksi dengan sebuah transistor pada kondisi Common-base, gambar 10.



Gambar 10. Amplifier Logaritma dengan transistor pada rangkaian Feed - Back

Transistor merupakan hubungan logaritma antara arus kolektor ( $I_c$ ) dan tegangan Base - Emitter ( $V_{BE}$ ). Pada suhu ruang.

$$V_{BE} = (26 \text{ mV}) \left( \ln \frac{V_i}{R} - \ln I_{ES} \right) \dots (18)$$

Dimana  $I_{ES}$  adalah arus reverse Base-Emitter dalam keadaan jenuh tegangan output ( $V_o$ )

$$V_o = (-26 \text{ mV}) \left( \ln \frac{V_i}{R} - \ln I_{ES} \right) \dots (19)$$

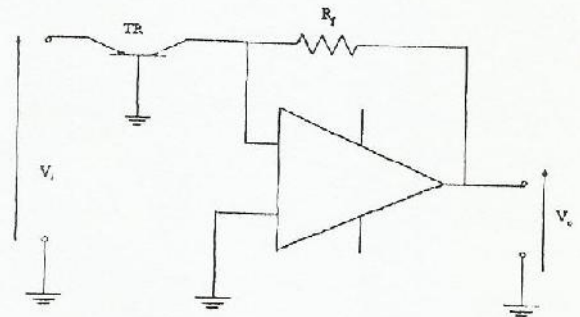
Atau :

$$V_o = (-60 \text{ mV}) \left( \log \frac{V_i}{R} - \log I_{ES} \right) \dots (20)$$

### Amplifier Antilog

Anti logaritma dari suatu bilangan adalah eksponensial dari logaritma itu sendiri,

$$Z = e^{\ln Z} \dots (21)$$



Gambar 11. Amplifier Antilog

Pada suhu ruang, tegangan output dari rangkaian amplifier antilog diatas (gambar 11) adalah :

$$V_o = -I_{ES} R_f e^{39 V_i} \dots (22)$$

Jika sinyal input merupakan logaritma dari suatu bilangan,  $V_i = \ln Z$ , dan jika disubstitusikan kedalam persamaan 22, maka:

$$\begin{aligned} V_o &= -I_{ES} R_f e^{39 \ln Z} \\ &= -I_{ES} R_f e^{39} e^{\ln Z} \end{aligned}$$

Jika  $I_{ES} R_f e^{39} = k$  (konstanta) maka

$$V_o = -k Z \dots (24)$$

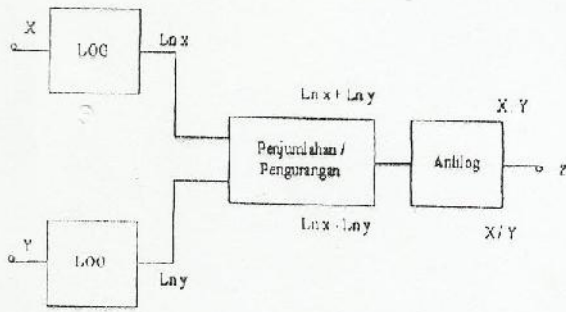
### Amplifier Pengali dan Pembagi

Perkalian dan pembagian dari dua bilangan ekuivalen dengan penjumlahan dari logaritma-logaritmanya, yaitu dengan mengambil antilog dari hasil proses tersebut. Secara matematis sebagai berikut :

1. Harga x dan y di logaritma sehingga menjadi  $\ln x$  dan  $\ln y$ .
2. Kemudian keduanya dijumlahkan atau dikurangkan  $\ln x + \ln y = \ln z$  atau  $\ln x - \ln y = \ln z$ .
3. Hasil ini di - inverse kan  
 $\ln^{-1} (\ln x + \ln y) = \ln^{-1} (\ln z)$   
 $x \cdot y = z$   
 $\ln^{-1} (\ln x - \ln y) = \ln^{-1} (\ln z)$   
 $x / y = z$



Dari prinsip-prinsip diatas dapat dibuat rangkaiannya sebagai berikut :



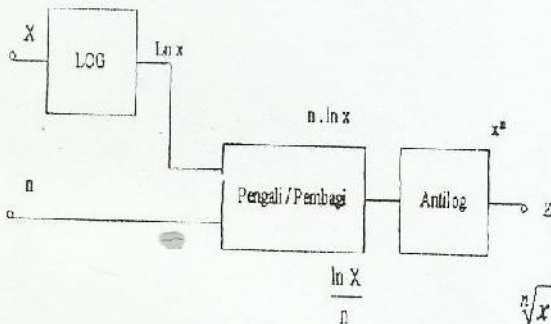
Gambar 12. Blok Diagram dari Amplifier Pengali atau Pembagi

### Amplifier Pencari Akar dan Eksponensial

Amplifier ini adalah operasi sederhana dari suatu amplifier logaritma. Dengan prinsip-prinsip matematis sebagai berikut :

$$x^n = \ln^{-1} (n \ln x) \quad \dots\dots\dots(25)$$

$$\sqrt[n]{x} = \ln^{-1} \left( \frac{1}{n} \ln x \right) \quad \dots\dots\dots(26)$$



Gambar 13. Blok Diagram Amplifier Pencari Akar dan Amplifier Eksponensial

### KESIMPULAN

1. Dengan menggunakan penguat inverting yang inputnya diperbanyak dapat dibuat suatu rangkaian amplifier penjumlah.
2. Dengan membandingkan sinyal input inverting dan sinyal input non-inverting sebagai output maka dapat dibuat rangkaian amplifier pengurang.

3. Rangkaian amplifier integral dapat dibuat dengan cara mengganti resistor feedback dari rangkaian penguat inverting dengan suatu kapasitor.
4. Rangkaian amplifier differensial dapat dibuat dengan cara membuat komplementer rangkaian amplifier-integral.
5. Rangkaian amplifier logaritma dapat dibuat dengan cara mengganti resistor feedback dari rangkaian penguat inverting dengan sebuah dioda pada kondisi reverse, atau sebuah transistor pada kondisi common base.
6. Rangkaian amplifier anti logaritma dapat dibuat dengan cara mengganti resistor input dari rangkaian penguat inverting dengan sebuah transistor pada kondisi common base.
7. Rangkaian amplifier pengali dapat dibuat dengan cara mengkombinasikan rangkaian amplifier logaritma, amplifier penjumlah, dan amplifier anti logaritma.
8. Rangkaian amplifier pembagi dapat dibuat dengan cara mengkombinasikan rangkaian amplifier logaritma, amplifier pengurang dan amplifier anti logaritma.
9. Rangkaian amplifier pencari akar dapat dibuat dengan cara mengkombinasikan rangkaian amplifier logaritma, amplifier pembagi dan amplifier anti logaritma.
10. Rangkaian amplifier eksponensial dapat dibuat dengan cara mengkombinasikan rangkaian amplifier logaritma, amplifier pengali dan amplifier anti logaritma.

### SARAN

Penulisan ini dibuat untuk memberikan wawasan kepada para pembaca umumnya, dan penulis khususnya tentang kegunaan dari komponen Operational Amplifier. Oleh karena itu disarankan untuk mengembangkan kegunaan-kegunaan lainnya, seperti: filter, pembangkit gelombang sinyal, konverter, dan lain-lain



### DAFTAR PUSTAKA

- Coughlin, R. And Driscoll, E. 1997,  
*"Operational Amplifiers And Linear  
Integrated Circuit"*, Prentice - Hall,  
Englewood Cliff.
- Deboo, G.J. And Burrous, C. 1997,  
*"Integrated Circuit And  
Semiconductor Devices, Theory And  
Applications"*, McGraw - Hill, New  
York.
- Kaufman, M. And Seidman, A.H. 1979,  
*"Handbook of Electronics  
Calculations for Engineers And  
Technicians"*, McGraw-Hill Book  
Company, USA.